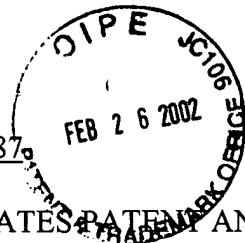


Attorney's Docket No. 33047/240187



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re: Kuoksa Confirmation No.: 5083
Appl. No.: 10/003,574
Filed: October 24, 2001
For: METHOD AND APPARATUS FOR
CONTROLLING A CAUSTICIZING PROCESS

February 15, 2002

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

SUBMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

To complete the requirements of 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of Finnish priority Application No. 991233, filed May 31, 1999.

Respectfully submitted,

Cathy R. Moore
Registration No. 45,764

Customer No. 00826
Alston & Bird LLP
Bank of America Plaza
101 South Tryon Street, Suite 4000
Charlotte, NC 28280-4000
Tel Charlotte Office (704) 444-1000
Fax Charlotte Office (704) 444-1111
CLT01/4519784v1

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner For Patents, Washington, DC 20231 on February 15, 2002

Janet F. Moore

Helsinki 11.10.2001



E T U O I K E U S T O D I S T U S
P R I O R I T Y D O C U M E N T



Hakija
Applicant

Valmet Automation Inc.
Helsinki

Patentihakemus nro
Patent application no

991233

Tekemispäivä
Filing date

31.05.1999

Kansainvälinen luokka
International class

D21C

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä ja laitteisto kaustisointiprosessin säätämiseksi"

Hakemus on hakemusdiaariin 11.07.2000 tehdyn merkinnän mukaan siirrynyt Neles Automation Networks Oy:lle ja 26.08.2001 Metso Paper Automation Oy:lle.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 11.07.2000 been assigned to Neles Automation Networks Oy and 26.08.2001 to Metso Paper Automation Oy.

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 24.05.2001 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen Metso Automation Networks Oy.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 24.05.2001 with the name changed into Metso Automation Networks Oy.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1782/1995 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1782/1995 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Menetelmä ja laitteisto kaustisointiprosessin säättämiseksi

Keksinnön kohteena on menetelmä kaustisointiprosessin säättämiseksi, johon kaustisointiprosessiin kuuluu sammutus, kaustisointi ja valkolipeän valmistus, jolloin sammutuksessa käytetään sammutinta, johon johdetaan viherlipeää ja kalkkia, jolloin niistä muodostuu kalkkimaitoa.

Edelleen eksinnön kohteena on laitteisto kaustisointiprosessin säättämiseksi, johon kaustisointiprosessiin kuuluu sammutus, kaustisointi ja valkolipeän valmistus, jolloin sammutus tapahtuu sammattimessa, johon on sovitettu johdettavaksi viherlipeää ja kalkkia siten, että niistä muodostuu kalkkimaitoa.

Kaustisointiprosessin tavoitteena on saattaa meesauunilta tuleva kalkki ja suodakattilalta tuleva viherlipeä reagoimaan oikeissa olosuhteissa ja sopivassa seosuhteessa siten, että tuloksena syntyy oikeanaatuista valkolipeää ja meesaa eli kalsiumkarbonaattia CaCO_3 . Kaustisointiprosessi voidaan jakaa kolmeen osaan eli sammutukseen, kaustisointiin ja valkolipeän valmistamiseen. Kaustisointiprosessin tärkein vaihe on kalkin syöttäminen sammulin/lajitinyksikköön, jossa kalkin sammuminen tapahtuu ja kaustisointireaktio alkaa. Niinpä kaustisointiprosessia säädetäänkin tyypillisesti säätmällä sammuttimen toimintaa. Nykyään sammuttimen sääto perustuu kalkin ja viherlipeän suhdesäätiöön sekä sammuttimen ja viherlipeän lämpötilaerosäätiöön. Suhdesäädöllä pyritään pitämään kalkin syöttö aina oikealla tasolla. Lämpötilaerosäädöllä pyritään kompensoimaan kalkin laadun tai määrän muutokset muuttamalla suhdetta lämpötilaeron muuttuessa. Tämä perustuu sammumisreaktion eksotermisyyteen, eli kalkin laadun tai määrän muutokset näkyvät sammuttimen ja sammertimeen tulevan viherlipeän lämpötilan eron muutoksesta. Suhde tai lämpötilaero ei kuitenkaan kerro, mikä prosessin tila todellisuudessa on.

Erilaisilla automaattisilla titraattoreilla on pyritty edelleen parantamaan säätiötä. Titraattori antaa luotettavaa tietoa viherlipeän ja kalkkimaidon koostumuksesta noin 10 minuutin välein. Tulosten perusteella voidaan muuttaa lämpötilaerosäädön tai suhdesäädön asetusta, jotta saavutettaisiin optimaalinen lopputuotteen laatu. Yleisin säädössä käytetty suure on valkolipeän kaustisiteetti eli natriumkarbonaatin konversio natriumhydroksidiksi, joka puolestaan on sellun keiton aktiivinen yhdiste.

Suhdesäätiö on karkea säätiö, joka toimii myötäkytkettynä viherlipeän virtaussäätimen kanssa. Joissakin säätöratkaisuissa automaattisen titraat-

torin antamien analyysitulosten perusteella vaikutetaan suoraan suhdesäädön asetusarvoon jonkin matemaattisen kaavan mukaan, jossa otetaan huomioon kaustisiteetti sammittimen ja viimeisen kaustisointiastian jälkeen, viherlipeän laatu, yms. Muutos suhdesäädön asetusarvoon lasketaan aina titrauksen valmistuessa.

Lämpötilaerosäätö suhdesäädön päällä tasailee loppuotteen laatu, koska lyhyellä aikavälillä kalkin laadun tai määrän muutokset saadaan korjatua vaikuttamalla suhdesäätöön. Automaattisella titraattorilla ja lämpötilaerosäädöllä voidaan yhdistää epäjatkuva absoluuttimittaus ja jatkuva suhteellinen mittaus. Aikaisemmissa sovelluksissa titraattorin antamilla tuloksilla ja viherlipeän ja sammittimen mittauksilla on jonkin matemaattisen kaavan avulla pyritty laskemaan sopiva lämpötilaeromuutos, jolla haluttu sammittimen jälkeinen kalkkimaidon kaustisiteetti ja/tai valkolipeän kaustisiteetti saavutetaan. Muutos lämpötilaeron asetusarvoon lasketaan aina titrauksen valmistuessa. Näille tunnetuille säätömenetelmille on yhteistä se, että säädössä sammittimen jälkeinen kaustisointiaste pidetään koko säädön ajan vakiona.

Suurena ongelmana sammittimen säädössä on kuitenkin viherlipeän lämpötilan ja tiheyden vaihtelu säädöstä huolimatta. Viherlipeän tiheyden eli samalla kokonaistitrautuvan alkalin TTA ja lämpötilan muutoksen aiheuttavat häiriötä sammittimen säädölle. TTA:n muutos vaikuttaa suoraan kemialliseen tasapainoon kaustisointireaktiossa muuttaen sen kinetiikkaa ja samalla määräten kaustisiteetin teoreettisen maksimin yhdessä sulfiditeetin kanssa. Viherlipeän lämpötilan muutoksen antavat valheellisen tiedon lämpötilaerosäädölle, koska samat muutokset näkyvät sammittimen lämpötilassa viivästyneinä ja suodattuneina. Ne näkyvät siis lämpötilaerosäädölle virheellisesti laadun muutoksina.

Joskus kalkin fyysisen ja kemiallinen laatu on sellainen, että lämpötilaerosäädöstä ja kalkin tasaisesta syöttöstä huolimatta ilmenee suuria heilahteluita lämpötilaerossa ja sitä kautta kaustisiteeteissa. Kalkin laadun muutokset syntyvät meesauunilla tai meesan syöttössä kalkkisiiloon. Meesauunin tuotannonmuutokset, raaka-aineen vaihtelut, mekaaniset häiriöt, yms. saavat aikaan sen, että kalkin raekoko ja fyysisen sekä kemiallinen koostumus muuttuvat, jolloin sen sammumisominaisuudet, kaustinen voima ja virtausominaisuudet muuttuvat. Kalkkisiilon täytyöaste vaikuttaa kalkin pakkautuvuuteen, lämpötilaan ja käyttäytymiseen ruuvilla. Kalkin loppuessa tai siirryttääessä

käyttämään tuoretta, reaktiivista kalkkia lämpötilaero sammuttimella ja kaustisiteetit muuttuvat radikaalisti lyhyellä aikavälillä.

Edelleen ongelmana on kalkin syötön ongelmat, esimerkiksi siilon holvautuminen ja syöttöruuvin kuluminen aiheuttavat kalkin syöttöhäiriötä, jo 5 hon ei perinteellisin menetelmin ehditä tai voida vaikuttaa. Kalkin syöttölaitteiden kuluminen ja häiriöt sekä kalkin laadun muutokset aiheuttavat säätöjen epävakautta, häiriötä ja hystereesiä, joka näkyy viiveenä kalkki/viherlipeä - suhteen muutoksesta lämpötilaeromuutokseen. Viive puolestaan aiheuttaa säädön värähtelyä ja huonontaa lopputuotteen laatua.

10 Vielä ongelmia aiheuttaa se, että automaattisten titrausten väli on minimissään 10 minuuttia ja käytännössä merkittävimmän mittauksen väliaika on yli 20 minuuttia. Lisäksi näytteenotosta titrauksen valmistumiseen kuluu aikaa useita minuutteja. Titrausten pitkä väli hidastaa kokonaissäätöä, koska muutokset lämpötilaerosäätöön voidaan tehdä vain titrauksen valmistuttua.

15 Edelleen ongelmia aiheuttavat prosessiviiveet. Esimerkiksi kalkin syöttöstä sammuttimen jälkeiseen titraukseen kuluu aikaa minimissään puoli tuntia ja viimeisen kaustisointiastian jälkeiseen titraukseen kuluu aikaa tyyppillisesti noin 3 - 4 tuntia. Viiveet aiheuttavat tunnetusti säädölle ongelmia, koska mitattuihin häiriöihin ja muutoksiin voidaan vaikuttaa sitä vähemmän, mitä 20 kauemman aikaa niistä on kulunut.

Pitkät ja muuttuvat viiveet, viherlipeän laadun muutokset sekä kalkin laadun ja määrään muutokset tekevät lähes mahdottomaksi käyttää sekä sammuttimen että viimeisen kaustisointiastian jälkeistä kaustisiteettia aktiivisesti säätöön. Tunnetuissa menetelmissä on pyritty huomioimaan mitattujen ja 25 titrattujen suureiden arvoja ja niiden muutoksia laskettaessa joko lämpötilaerosäädön tai suhdesäädön asetusarvon muutoksia.

30 Pelkästään suhdesäädön päälle rakennetussa titraattoria käyttävässä säädössä on se perusongelma, ettei se ota lainkaan huomioon muutoksia titrausten välillä. Titraattorin kunnosta riippuen joudutaan mittauksia suodattamaan tai jopa tuloksia hylkäämään, jos ne poikkeavat liiaksi edeltävistä titrauksista. Yksittäisestä tuloksesta ei silti aina voida olla varmoja, onko se todellinen vai sisältääkö se prosessiolosuhteista tai titraattorista johtuvan poikkeaman. Säädöstä täytyy lisäksi tehdä hidas, koska suuret asetusarvon muutokset saattavat diskreetisti säädetyn prosessin nopeasti värähtelemän. Koska 35 prosessissa on kulkuaika- ja mittausviiveitä, päädytään pelkästään diskreetillä säädöllä ennen pitkää tilanteeseen, jossa mittaus poikkeaa asetusarvosta niin

paljon, että korjaus on joko liian hidas tai saattaa prosessin väärähtelemään asetusarvon molemmin puolin. Molemmissa tapauksissa laatu kärsii ja tuotantoa menetetään alhaisen kaustisiteetin tai valkolipeäsuotimen tukkeutumisen takia. Tämän lisäksi pätevät samat huomiot kalkin syötöstä ja kaustisiteetin rajoituksesta kuin seuraavassa kappaleessa.

Lämpötilaeroon perustuvissa titraattoria käytävissä sovelluksissa on päästy eroon säädön diskreettisyydestä, koska lämpötilaero indikoi lyhyen aikavälin suuretkin muutokset nopeasti ja reaalialjassa. Jäljelle jääd vielä muuttama seikka, joita ei ole otettu huomioon. Tunnetuissa sovelluksissa ei huomioida kalkin syötön ongelmia eikä varsinaisesti tuotantotason ja kaustisiteettien välistä kytkennessä. Lisäksi niistä puuttuu varsinainen dynamiikka, joka mahdollistaa säädön päälläolon lähes joka tilanteessa ilman operaattorin puuttumista asetusarvoihin tai säädön tilaan. Esimerkkinä voidaan mainita sovellukset, jotka vaativat kaustisiteetin asetusarvon muuttamista aina kun tuotantoa muuttetaan.

Tämän keksinnön tarkoituksesta on saada aikaan menetelmä ja laitteisto, joilla ainakin joitain edellä mainittuja ongelmia pystytetään poistamaan.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, että kaustisointiprosessia säädettäessä hyödynnetään kaustisointiprocessin ainakin joitain osaa kuvaavaa mallia.

Edelleen keksinnön mukaiselle laitteistolle on tunnusomaista se, että laitteistoon kuuluu välineet kaustisointiprocessin säätämiseksi ainakin joitain kaustisointiprocessin osaa kuvaavaa mallia hyödyntäen.

Keksinnön olennainen ajatus on, että kaustisointiprocessia säädetään siten, että säädössä käytetään hyväksi kaustisointiprocessia ainakin osittain kuvaavaa mallia. Erään edullisen sovellutusmuodon ajatuksena on, että viherlipeän tiheyttä säädetään alkalianalyaattorilta saatavan TTA:n eli kokonaistitratuvan alkalin mukaan. Tiheyden tavoitearvo lasketaan TTA:sta hyödyntäen sovitetta, jonka määrittämisessä hyödynnetään mallia. Erään toisen edullisen sovellutusmuodon ajatuksena on, että sammutinta säädetään sammuttimen ja viherlipeän lämpötilaeron perusteella siten, että lämpötilaerosäädön asetusarvoa korjataan kalkkimaidon kaustisiteettitavoitteen ja titrauksen eron perusteella. Kalkkimaidon kaustisiteettitavoite on valkolipeän kaustisiteetin ja tuotannosta riippuvan muuttujan erotus, joka saadaan mallista, joka antaa tilanteen mukaan muuttuvia arvoja. Erään kolmannen sovellutusmuodon ajatuksena on, että säädetään kalkki/viherlipeä -suhdetta siten, että korjaus

kalkki/viherlipedä -suhteeseen tehdään lämpötilaerosäädon kautta. Kun lämpötilaero poikkeaa tavoitteesta korjataan suhdetavoitetta vastakkaiseen suuntaan. Erään neljännen sovellutusmuodon ajatuksena on, että tuotannonmuutostilanteessa kalkki/viherlipedä -suhdetta muutetaan mallin perusteella.

5 Keksinnön etuna on, että kaustisointiprosessissa saavutetaan ai-kaisempaa tasaisempi keittämön haluama valkolipedän laatu ja prosessi on it-sevirittyvä. Edelleen eksintö mahdollistaa automaattisen ylösajon ja valkolipedän kaustisiteettitavoite voidaan määrittää automaattisesti tai käsin. Edelleen prosessi tunnistaa tietyt häiriötilanteet, tekee tarvittavat korjaukset ja suorittaa 10 ilmoitukset ja hälytykset. Edelleen etuna on, että pystytään estämään sam-muttimen kiehuminen ja ylikalkitus. Tehtaan eri työvuorojen ajotavat saadaan yhtenäistettyä ja myös muutostilanteet saadaan hallittua hyvin. Samoin pysty-tään parantamaan meesan laatua ja siten saadaan parannettua meesauunin toimintaa. Viherlipedän tiheyttä sääätämällä saadaan varmistettua viherlipedän ta-15 sainen laatu.

Keksintöä selitetään tarkemmin oheissä piirustuksissa, joissa
kuvio 1 esittää kaavamaisesti kaustisointiprosessia ja siinä käytet-tävää erästä eksinnön mukaista säätöratkaisua,
kuvio 2 esittää kaaviota sovitteen laskemisesta, jota sovitetta käy-20 tetään muutettaessa TTA:ta tiheydeksi,

kuvio 3 esittää kaaviota kuviossa 2 esitetyllä tavalla määritetyn so-vitteen käytöstä,

kuvio 4 esittää kaavamaisesti kaustisointiprosessia ja siinä käytet-tävää erästä toista eksinnön mukaista säätöratkaisua,
kuvio 5 esittää käyrää, joka kuvaa kaustisiteettien staattista mal-25 lia,
kuvio 6 esittää kaaviota lämpötilaerosäädon ja suhdesäädon ta-voitteen korjauksesta ja
kuvio 7 esittää staattista mallia kalkki/viherlipedä -suhteen muutok-30 sesta tuotannonmuutostilanteessa.

Kaustisointiprosessi voidaan jakaa sammukseen 1, kaustisointiin 2 ja valkolipedän valmistukseen 3. Sammutuksessa sammertimeen 4 syötetään kalkkia eli kalsiumoksidia CaO kalkkisäiliöstä 9 ja viherlipedää, jolloin niistä muodostuu kalkkimaitoa. Kalkin sammutuksella tarkoitetaan kalsiumoksidin 35 CaO ja viherlipedän joukossa olevan kuuman veden H_2O reagoimista keske-

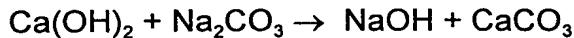
nään, jolloin reaktiossa syntyy kalsiumhydroksidia $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sekä lämpöä. Kaavan muodossa reaktio voidaan esittää seuraavasti:



5

Sammulin 4 ja lajitin 5 on yhdistetty toisiinsa aukoilla, joista kalkkimaito virtaa lajittimeen 5. Lajittimessa 5 kalkkimaito sekoittuu sinne suoraan johdettuun viherlipeään, josta on seurauksena hiekan ja sammuttamattoman kalkin erottuminen kalkkimaidosta ja epäpuhtauksien laskeutuminen lajittimen 10 5 pohjaan. Lajittimen 5 koneisto siirtää pohjalle laskeutuneen sakan ylöspäin ja kalkkimaito virtaa kaustisointiin 2.

Kaustisoinnilla 2 tarkoitetaan sammusetun kalkin $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ja viherlipeän joukossa olevan natriumkarbonaatin Na_2CO_3 reagoimista keskenään, jolloin reaktiossa muodostuu natriumhydroksidia NaOH ja meesaa eli kalsiumkarbonaattia CaCO_3 . Kaavan muodossa reaktio voidaan esittää seuraavasti:



Kaustisointireaktion käynnistyy välittömästi, kun sammutuksessa on 20 muodostunut kalsiumhydroksidia ja jatkuu, kunnes se on saavuttanut tietyn tasapainon. Tasapainon saavuttaminen vaatii aikaa, joka saattaa olla jopa muutamia vuorokausia. Tehdasmittakaavassa tydytään kaustisointisäiliöt 6 mitoittamaan 1,5 - 3,0 h viipymälle riippuen millaista valkolipeän valmistusmenetelmää käytetään. Tavoitteena on saavuttaa tuotettavassa valkolipeässä yli 25 80 %:n kaustisointiaste. Kaustisointireaktio tapahtuu pääasiassa sarjaan kytkeyissä kaustisointisäiliöissä 6. Kaustisointisäiliöt 6 on varustettu sekoittimella, joka estää meesan laskeutumisen. Kaustisoinnissa 2 kalkkimaito virtaa lajittimesta 5 ensimmäiseen kaustisointisäiliöön 6 ja sitten seuraavaan jne. Tyyppillisesti kaustisointisäiliötä 6 on kolme kappaletta. Viimeisestä kaustisointisäiliöstä 6 kalkkimaito virtaa valkolipeän valmistukseen 3.

Valkolipeän valmistuksessa 3 meesa erotetaan vedestä ja siihen liuonneista alkaleista yli + 70 C:een lämpötilassa. Meesa voidaan erottaa valkolipeästä mekaanisin keinoin esimerkiksi selkeyttämällä tai suodattimella 7. Kaustisointiprosessi on alan ammattimiehelle sinänsä täysin tunnettu, eikä sitä 35 sen vuoksi ole tässä yhteydessä sen tarkemmin selitetty.

Kuviossa 1 on esitetty viherlipeän tiheyden säätö keksinnön avulla. Tässä kuviossa on sammuttimen säädöt esitetty ainoastaan viitteellisesti ja kyseiset säädöt on täsmällisemmin selitetty kuvion 4 yhteydessä. Viherlipeän tiheyttä D säädetään säätmällä tiheyssäätimellä DC viherlipeän sekä syöttävän heikon valkolipeän määrää. Edelleen viherlipeän tiheyttä säädetään kokonaistitratuvan alkalin TTA mukaan. Alkalianalyaattori 8 mittaa viherlipeän TTA:n TTA_1 , ennen kaustisointia 2 olevan kalkkimaidon TTA:n TTA_2 ja kaustisoinnin 2 jälkeen olevan kalkkimaidon TTA:n TTA_3 .

TTA tavoitteista lasketaan tiheyden asetusarvo mallin avulla. Mallin laskentaan käytetään TTA:n ja tiheyden hetkellisarvoja tai pidemmän ajan keskiarvoja, esimerkiksi 8 tai 24 tunnin keskiarvoja prosessin ja titraattorin tilan mukaan. Viherlipeän tiheyttä D säädetään siis alkalianalyaattorilta 8 saatavan TTA:n mukaan. Kun tietty kaustisointilinja esimerkiksi ajetaan ylös tai automatiomoduli jostakin syystä päivitetään, talletetaan muistiin tiheys D aina kun uusi viherlipeän titraus valmistuu. Viherlipeän TTA:sta ja hetkellisestä tiheydestä lasketaan sovite eli offset, jota käytetään tiheyden muuttamiseksi TTA:ksi ja päin vastoin. Kyseisen offsetin laskenta on esitetty kuvion 2 esittämässä kaaviossa. Kun virtaus on ollut riittävä ja titrauksia on tullut säännöllisesti esimerkiksi 8 tunnin ajan, käytetään mallissa 8 tunnin keskiarvoja kyseisistä suureista. Edelleen kun virtaus on ollut riittävä ja titrauksia tullut säännöllisesti esimerkiksi 24 tunnin ajan, käytetään mallissa 24 tunnin keskiarvoja kyseisistä suureista. Esitetyt ajat ovat vain esimerkkejä ja mallissa voidaan käyttää myös jonkin muun ajan keskiarvoja, mikä aika voi siten olla mikä tahansa esimerkiksi väliltä 1 - 40 tuntia.

TTA-analyysituloksia saadaan tehtaan työvuoron aikana esimerkiksi 1 - 20, tyypillisesti 2 - 4, kappaletta riippuen alkalianalyaattorin 8 titraussekvenssistä. Sovite lasketaan pidemmältä, kuten 1 - 40 tunnin, esimerkiksi 8 tai 24 edeltävän tunnin ajalta ja se päivittyy koko ajan. Sovitteen avulla jatkuvasta suodatetusta tiheysmittauksen arvosta lasketaan jatkuva TTA. Tiheyden muuttamisessa TTA:ksi kaava on:

$$TTA = kk * D - os,$$

missä TTA on viherlipeän kokonaisalkali,

kk on kulmakerroin,

D on viherlipeän tiheys ja

os on laskennallinen sovite eli offset.

TTA muutetaan tiheydeksi vastaavasti seuraavan kaavan avulla:

$$D = (TTA + os) / kk.$$

5

Mallissa käytetään vakiokulmakerrointa kk, jonka arvo on välillä 0,9

- 1,4, kun TTA:lla ja tiheydellä käytetään samaa yksikköä (esimerkiksi g/l). Edullisimmin kulmakertoimen kk arvo on noin 1,12. Käytettäessä eri yksiköitä kulmakerroin kk luonnollisesti muuttuu vastaavalla tavalla ja laadutetaan siten,
- 10 että kulmakertoimen arvo on nollasta poikkeava.

Kuviossa 3 on esitetty sovitteen käyttö tiheyden tavoitteen, jatkuvan TTA:n ja kaustisiteetin teoreettisen maksimin laskentaan. Edelleen kuviossa 3 on esitetty myös TTA-säädön toiminta. Säätö toimii siten, että TTA:lle annetaan tavoite, joka muutetaan tiheyden asetusarvoksi. Jatkuva TTA saadaan 15 viherliipeän tiheyden D, offsetin os ja kulmakertoimen kk avulla. Kyseisen arvon ja valkolipeän sulfiditeetin perusteella pystytään laskemaan maksimi teoreettinen kaustisiteetti esimerkiksi Goodwinin käyrän sovitteella.

Kaustisiteetti CE% kuvailee hydradoituneen kalsiumkarbonaatin ja reaktioon osallistuvan kokonaiskalsiumkarbonaatin suhdetta ja se on kaavan 20 muotoon esitettyynä seuraava:

$$CE\% = \frac{NaOH}{NaOH + Na_2CO_3} * 100$$

25

Kuviossa 4 on esitetty kaustisointiprosessi ja sen yhteydessä tarkeimmin keksinnön mukainen sammittimen säätö alkalianalyysaattoriin 8 avulla. Lämpötilaerosäättöä varten mitataan viherliipeän lämpötila T1 ja sammittimen lämpötila T2 ja lämpötilaeron perusteella säädetään kalkin ja viherliipeän suhdetta CaO/SL säätmällä kalkin syöttöä säätmällä välinettä 10 syötettävän kalkin määrän säätmiseksi. Lämpötilaerosäädon asetusarvoa korjataan suodatetun tai keskiarvotetun kalkkimaidon kaustisiteettitavoitteen ja kaustisiteettititrauksen tai -titrausten eron perusteella. Kalkkimaidon kaustisiteettitavoite riippuu pääosin tuotantotasosta sekä valkolipeän kaustisiteetin asetusarvosta 30 ja valkolipeän titrauksista. Valkolipeän kaustisiteetin asetusarvon määrää operaattori. Tuotantotaso määrää valkolipeän ja kalkkimaidon kaustisiteettien

eron. Varsinainen kalkkimaidon kaustisiteettitavoite on siten valkolipeän kaus-
tisiteetin ja tuotannosta riippuvan muuttujan erotus. Tämä erotus saadaan
mallista, joka viritetään tuotantolinjakohtaisesti. Kuviossa 5 esitetty käyrä ku-
vaa erästä edullista esimerkkiä kaustisiteettieron staattisesta mallista. Kyse-
5 nen staattinen malli kuvailee sammuttimen jälkeisen kaustisiteetin kehittymistä
valkolipeän kaustisiteetiksi. Viherlipedä virtausta F säädetään virtaussääti-
mellä FC, josta johdetaan tieto kaustisiteetin lämpötilaeron asetusarvon mää-
rittämiseksi ja kalkin syöttöön. Valkolipedän kaustisiteettitavoite ja tuotantotaso
määritetään kalkkimaidon kaustisiteettitavoitteeseen. Valkolipedän kaustisiteetilla
10 korjataan lopullinen kaustisiteettitaso kohdalleen. Lämpötilaerotavotetta kor-
jataan kalkkimaidon kaustisiteettierolla.

Kaustisiteettieron staattista mallia korjataan dynaamisesti vertaa-
malla valkolipedän ja kalkkimaidon kaustisiteettien erotusten keskiarvoja sekä
tuotannon keskiarvon mukaista edellä mainitun mallin antamaa eroa. Näiden
15 osamääräällä kerrotaan mallin antama ero, jolloin saadaan säädölle asetusar-
vo, joka vastaa paremmin sen hetkistä tilannetta. Tällä on tarkoitus ajaa valko-
lipedän kaustisiteetin keskiarvo tavoitteeseen. Korjauskerroin lasketaan pidem-
män ajan, kuten 2 - 40 tunnin, esimerkiksi 8 tai 24 tunnin, keskiarvoista sen
mukaan, kuinka kauan viherlipedän virtaus on ollut riittävä ja kuinka kauan on
20 kulunut edellisestä titrauksesta. Korjauskelle on asetettu minimi ja maksimiari-
vot. Korjaus lämpötilaeroon lasketaan suodatetun tai keskiarvotetun kalkki-
maidon kaustisiteettitavoitteeseen ja analyysituloksen erotuksen avulla. Erotus
suodatetaan ja kerrotaan kiinteällä parametrillä, jonka jälkeen se lisätään läm-
pötilaerotavotteeseen, mikäli tietyt prosessi- ja tilaehdot täyttyvät. Ehtoja ovat
25 mm. titraattorisäätiö pääällä, kalkkimaidon titraus suoritettu, titrausarvo sallitulla
alueella, muutos edelliseen sallitulla alueella, viivästetty ja suodatettu lämpö-
tilaeroarvo suhteessa kaustisiteettieroona tietyllä alueella. Näistä ehdoista osa
on esitetty kuviossa 6. Lämpötilaerosäätiön tavoite on rajoitettu siten, että mi-
nimi on 0 C ja maksimi on 0,5 C alle sammuttimen teoreettisen kiehumispis-
30 teen. Edellä kuvattu malli voidaan tehdä myös suoraan dynaamisesti vertaile-
malla valkolipedän ja kalkkimaidon kaustisiteetteja.

Korjaus kalkki/viherlipedä eli CaO/SL -suhteeseen tehdään lämpöti-
laerosäätiön kautta. Tämä edellyttää, että sammutinta ohjataan sekä CaO/SL-
suhteella että lämpötilaerolla. Kun lämpötilaero poikkeaa tavoitteesta, korja-
35 taan-suhdetavotetta vastakkaiseen suuntaan. Haluttaessa CaO/SL-säätiö voi-
daan myös rakentaa niin, että ohitetaan lämpötilaerosäätiö.

Alkalianalyisaattorilta 8 saatavia titraustuloksia käytetään lämpötileron asetusarvon muuttamiseen, sekä myös suoraan suhdesäädön asetusarvon korjaukseen. CaO/SL-suhteeseen puututaan tuotannonmuutoksen yhteydessä ja silloin, kun kalkkimaidon kaustisiteetti tai lämpötilaero on sallitun alueen ulkopuolella.

Tuotannonmuutostilanteessa viiveet muuttuvat ja tämä täytyy ottaa vastaan kalkki/viherlipeä -suhdetta muuttamalla. Näin päästään nopeammin oikealle kaustisiteettialueelle. Tuotantoa muutettaessa suhdetta muutetaan samaan suuntaan, jolloin tavoitteena on saada yhtä suuri muutos kalkin syöttöön kuin mitä viherlipeän virtauksen suhteellinen muutos on. Suhdemuutoksen malli tuotannonmuutostilanteessa on esitetty kuvion 7 kuvaamalla käyrälä.

Kalkkimaidon kaustisiteettititrauksen ja kaustisiteettitavoitteen ero aiheuttaa kalkki/viherlipeä -suhteeseen muutoksen vastakkaiseen suuntaan. Kun ero ylittää sallitun ylärajan, tehdään suhdesäädön asetukseen edellistä suurempi muutos alaspäin eron suhteessa. Tällä pyritään välttämään ylikalkitusta. Eron ollessa alarajan alapuolella korjataan asetusta ylöspäin - tosin pienemmällä kertoimella kuin päinvastaisessa tilanteessa. Titrausta myös suodatetaan siten, että säätöön hyväksytään arvot kaustisiteettiväillä, jonka alaraja on vakio ja yläraja esimerkiksi 2,5 kaustisiteetti%:a tavoitteen yläpuolella. Lisäksi kalkki/viherlipeä -suhdetta lasketaan vakiomäärä aina, kun kaksi peirättäistä titrausta on ollut hyväksymisrajan ylärajan yläpuolella säädon ollessa päällä. Periaate on esitetty kuviossa 6.

Kun lämpötilaero poikkeaa tavoitteesta liian paljon, puututaan kalkki/viherlipeä -suhteeseen ohi lämpötilaerosäätimen. Tällöin suhdetta muutetaan lämpötilaeroa vastakkaiseen suuntaan suorassa suhteessa poikkeamaan. Muutoksen jälkeen seuraa 20 minuutin tauko, jona aikana muutos samaan suuntaan ei ole mahdollinen, vaikka lämpötilaero pysyisi rajan ylä- tai alapuolella. Tauon jälkeen tehdään jälleen muutos, mikäli lämpötilaero poikkeaa edelleen tavoitteesta. Muussa tapauksessa jatketaan perussäädön avulla. Mikäli ero poikkeaa ensin alaspäin ja heti ylöspäin yli sallitun tai pään vastoin, on muutos vastakkaiseen suuntaan sallittu ilman taukoja.

Piirustukset ja niihin liittyvä selitys on tarkoitettu vain havainnollistamaan keksinnön ajatusta. Yksityiskohdiltaan keksintö voi vaihdella patentti-vaatimusten puitteissa. Kuvien lohkokaavioiden lohkot kuvaavat myös laitteita, joilla lohkon määrittämä toiminta voidaan suorittaa.

Patenttivaatimuks t

1. Menetelmä kaustisointiprosessin säätämiseksi, johon kaustisointiprosessiin kuuluu sammatus (1), kaustisointi (2) ja valkolipeän valmistus (3),
5 jolloin sammatuksessa (1) käytetään sammutinta (4), johon johdetaan viherlipeää ja kalkkia, jolloin niistä muodostuu kalkkimaitoa, tunnettua siitä, että kaustisointiprosessia säädetäessä hyödynnetään kaustisointiprosessin ainakin jotain osaa kuvaavaa mallia.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettua siitä,
10 että kaustisointiprosessia säädetäessä hyödynnetään sammutinta (4) kuvaavaa mallia.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettua siitä, että sammutinta (4) säädetään sammuttimen lämpötilan (T2) ja viherlipeän lämpötilan (T1) eron perusteella siten, että lämpötilaerosäädon asetusarvoa
15 korjataan kalkkimaidon kaustisiteettitavoitteen ja kaustisiteettititrauksen tai titrausten eron perusteella, jolloin kaustisiteetin asetusarvo määritetään pääosin mallista, joka kuvailee sammuttimen (4) jälkeisen kaustisiteetin kehittymistä valkolipeän kaustisiteetiksi.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettua siitä,
20 että kyseinen malli on staattinen ja että se on olennaisesti kuvion 5 mukaisen käyrän tyyppinen.
5. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen menetelmä, tunnettua siitä, että kyseistä staattista mallia korjataan laskemalla valkolipeän ja kalkkimaidon kaustisiteettien erotusten keskiarvon sekä tuotannon keskiarvon mu-
25 kaisen edellä mainitun mallin antaman eron osamäärää ja kertomalla kyseisellä osamäärällä mallin antama ero.
6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettua siitä, että keskiarvo lasketaan 2 - 40 tunnin ajalta.
7. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettua siitä,
30 että kyseinen malli on dynaaminen.
8. Jonkin patenttivaatimuksen 3 - 7 mukainen menetelmä, tun-
nnettua siitä, että säädetään kalkki/viherlipeä -suhdetta siten, että tehdään korjaus kalkki/viherlipeä -suhteeseen lämpötilaerosäädon kautta siten, että lämpötilan poiketessa tavoitteesta korjataan suhdetavatetta vastakkaiseen
35 suuntaan.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, tunnettua siitä, että tuotannonmuutostilanteessa muutetaan kalkki/viherlipeä -suhdetta staattisen mallin perusteella.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, tunnettua siitä, 5 että kalkki/viherlipeä -suhdetta tuotannonmuutostilanteessa muuttava staattinen malli on olennaisesti kuviossa 7 esitetyn käyrän tyypinen.

11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettua siitä, että viherliipeän tiheyttä (D) säädetään kokonaistitrautuvan alkalin (TTA) mukaan siten, että

10 $D = (\text{TTA} + \text{os}) / \text{kk}$,
 missä D on viherliipeän tiheys,
 TTA on viherliipeän kokonaistitrautuva alkali,
 os on sovite ja
 kk kerroin,
 15 jolloin sovite määritetään mallin perusteella.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, tunnettua siitä, että sovite (os) määritetään viherliipeän TTA:sta ja viherliipeän hetkellisestä tiheydestä (D) mallin avulla, jossa käytetään kerrointa (kk).

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, tunnettua 20 siitä, että kerroin (kk) on vakiokulmakerroin, jonka arvo on välillä 0,9 - 1,4 silloin kun TTA:lla ja tiheydellä (D) käytetään samaa yksikköä.

14. Jonkin patenttivaatimuksen 11 - 13 mukainen menetelmä, tunnettua siitä, että mallia tarkennetaan laskemalla mallissa käytettävien suureiden keskiarvoja.

15. Patenttivaatimuksen 14. mukainen menetelmä, tunnettua siitä, että kun viherliipeän virtaus on ollut riittävä ja titrauksia on tullut säännöllisesti 1 - 40 tunnin ajan käytetään mallissa 1 - 40 tunnin keskiarvoja halutuista suureista.

16. Laitteisto kaustisointiprosessin säättämiseksi, johon kaustisointiprosessiin kuuluu sammatus (1), kaustisointi (2) ja valkolipeän valmistus (3), jolloin sammatus (1) tapahtuu sammuttimessa (4), johon on sovitettu johdettavaksi viherliipeää ja kalkkia siten, että niistä muodostuu kalkkimaitoa, tunnettua siitä, että laitteistoon kuuluu välineet kaustisointiprosessin säättämiseksi ainakin jotain kaustisointiprosessin osaa kuvaavaa mallia hyödyntäen.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen laitteisto, tunnettua siitä, että laitteisto on sovitettu hyödyntämään sammutinta (4) kuvaavaa mallia.

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että laitteisto on sovitettu säätämään sammutinta (4) sammuttimen lämpötilan (T2) ja viherlipeän lämpötilan (T1) eron perusteella siten, että lämpötilaerosäädön asetusarvo on sovitettu korjattavaksi kalkkimaidon kaustisiteettitavoitteen ja kaustisiteettititrauksen tai -titrausten eron perusteella siten, että kaustisiteetin asetusarvo on sovitettu määritettäväksi pääosin mallista, joka kuvaaa sammuttimen (4) jälkeisen kaustisiteetin kehittymistä valkolipeän kaustisiteeksi.

19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että kyseinen malli on staattinen ja olennaisesti kuvion 5 mukaisen käyrän tyypinen.

20. Patenttivaatimuksen 18 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että kyseinen malli on dynaaminen.

21. Jonkin patenttivaatimuksen 16 - 20 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että laitteistoon kuuluu välineet viherlipeän tiheyden (D) säätämiseksi kokonaistitrautuvan alkalin (TTA) mukaan siten, että

$$D = (TTA + os) / kk,$$

missä D on viherlipeän tiheys,

TTA on viherlipeän kokonaistitrautuva alkali,

os on sovite ja

kk kerroin,

jolloin sovite on sovitettu määritettäväksi mallin perusteella.

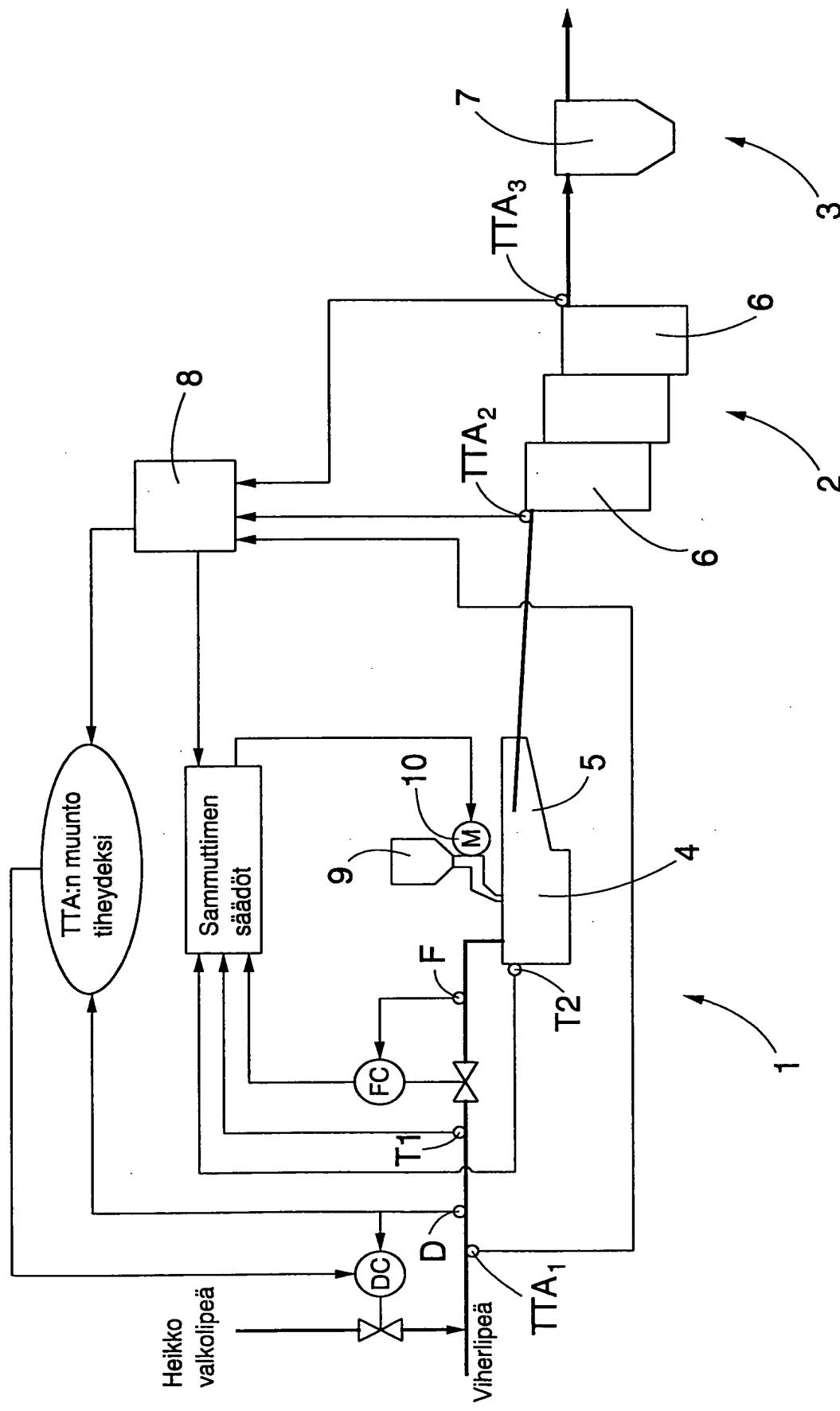
22. Patenttivaatimuksen 21 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että sovite (os) on sovitettu määritettäväksi viherlipeän TTA:sta ja viherlipeän hetkellisestä tiheydestä (D) mallin avulla, jossa käytetään kerrointa (kk).

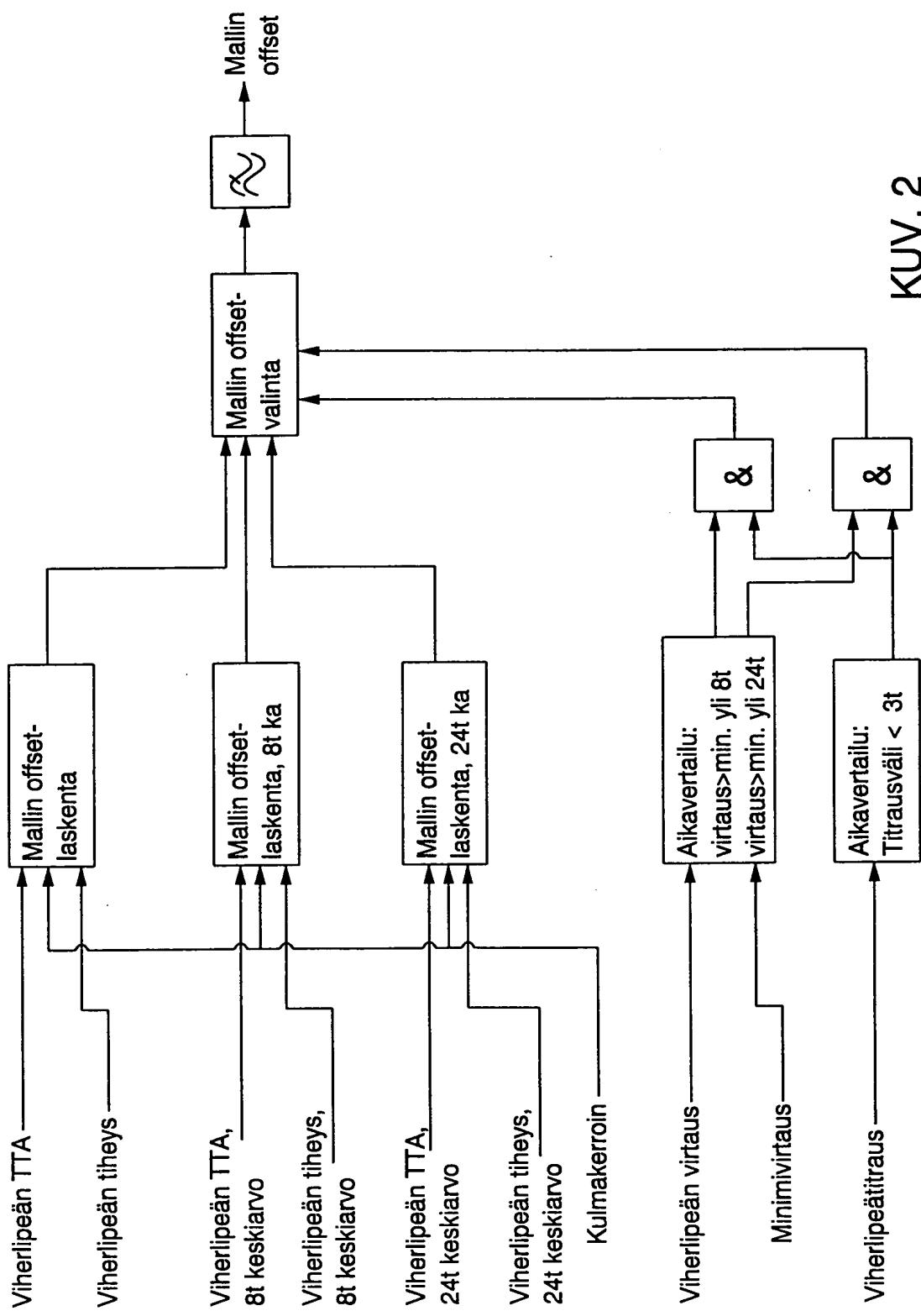
23. Patenttivaatimuksen 22 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että kerroin (kk) on vakiokulmakerroin, jonka arvo on välillä 0,9 - 1,4 silloin kuin TTA:lla ja tiheydellä (D) käytetään samaa yksikköä.

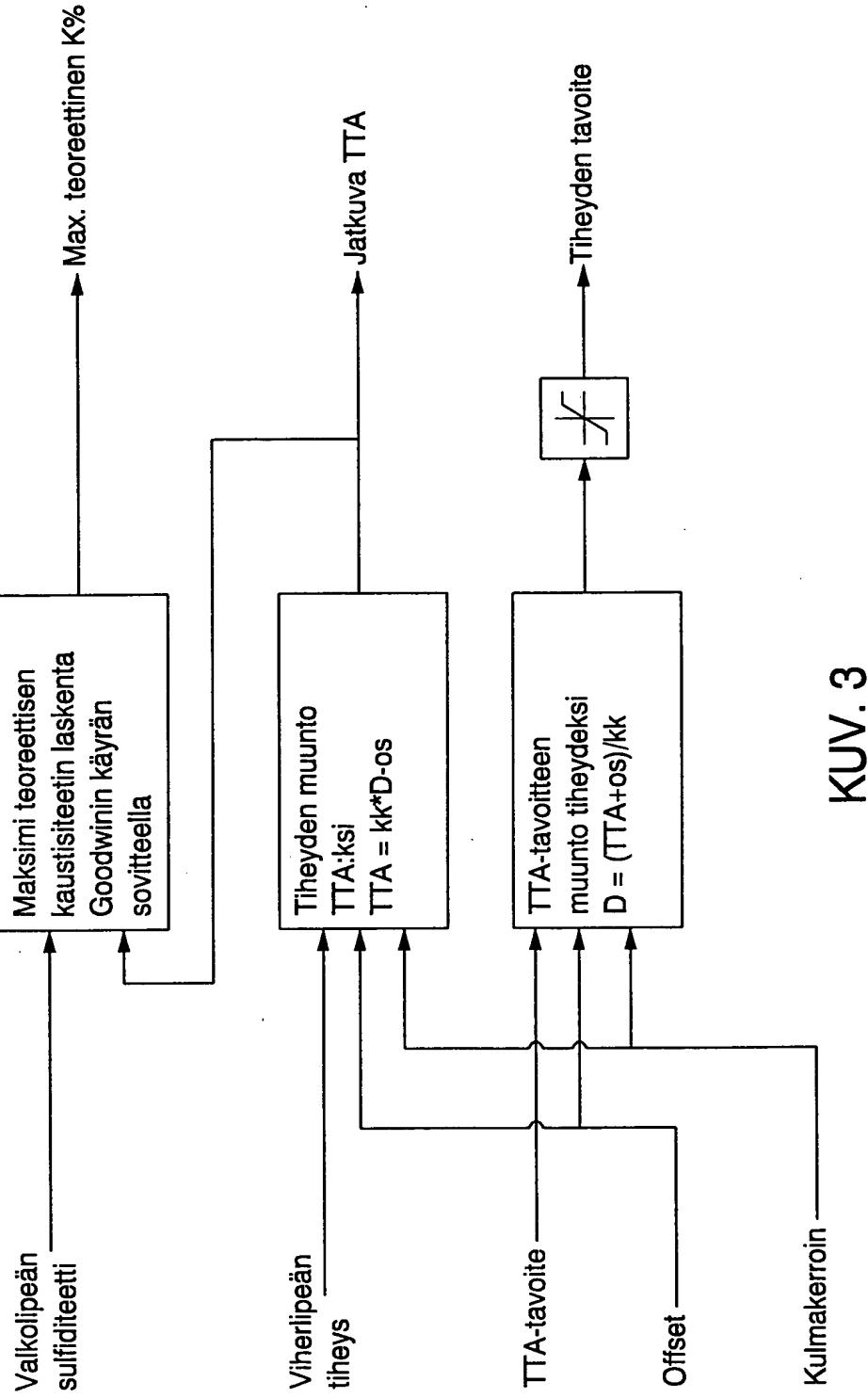
(57) Tiivistelmä

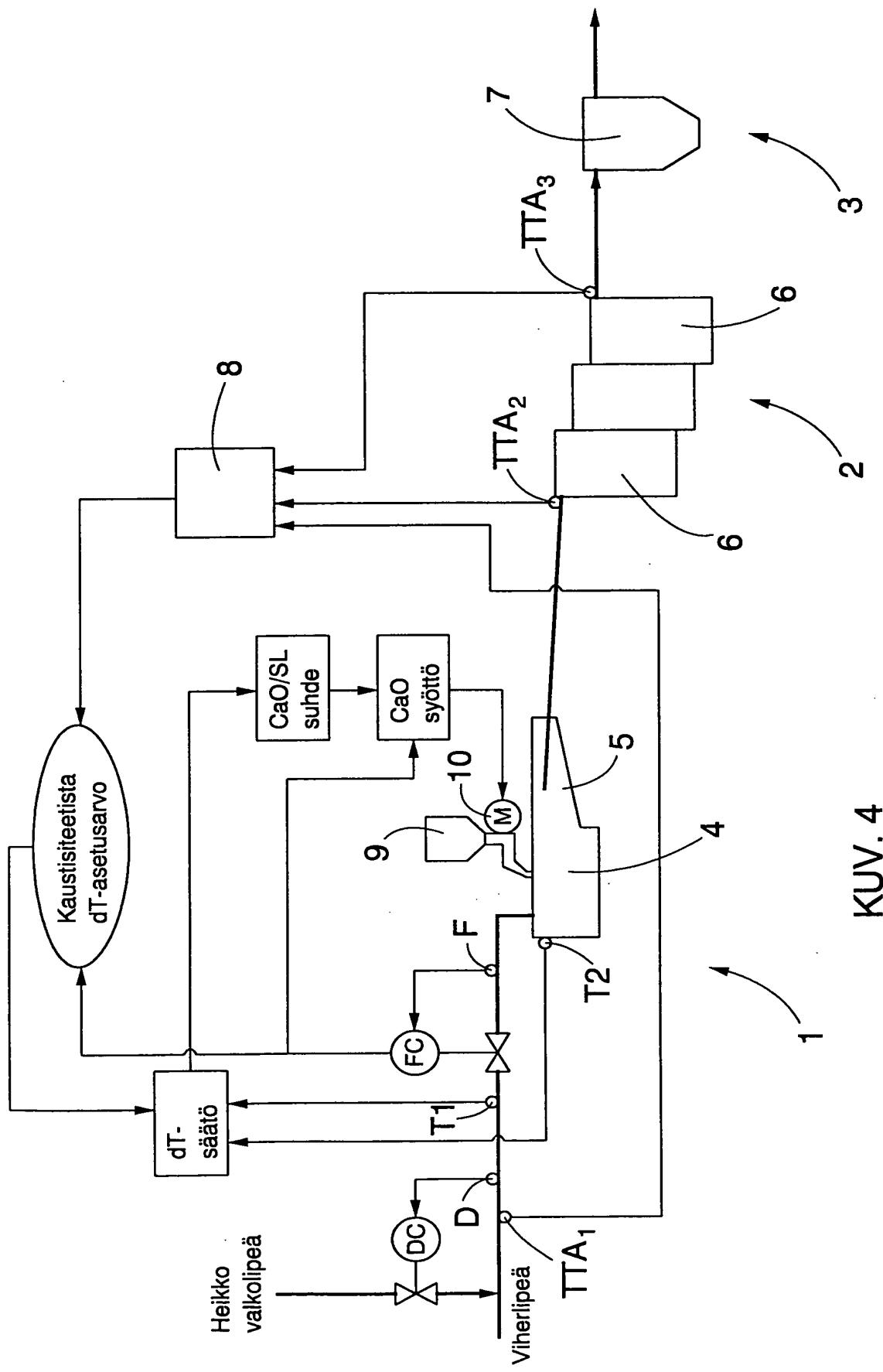
Menetelmä ja laitteisto kaustisointiprosessin säätämiseksi, johon kaustisointiprosessiin kuuluu sammutus (1) kaustisointi (2) ja valkolipeän valmistus (3). Sammutuksessa (1) käytetään sammutinta (4), johon johdetaan viherlipeää ja kalkkia siten, että niistä muodostuu kalkkimaitoa. Kaustisointiprosessia säädetään siten, että säädettäessä hyödynnetään kaustisointiprosessin ainakin jotain osaa kuvaavaa mallia.

(kuvio 1)

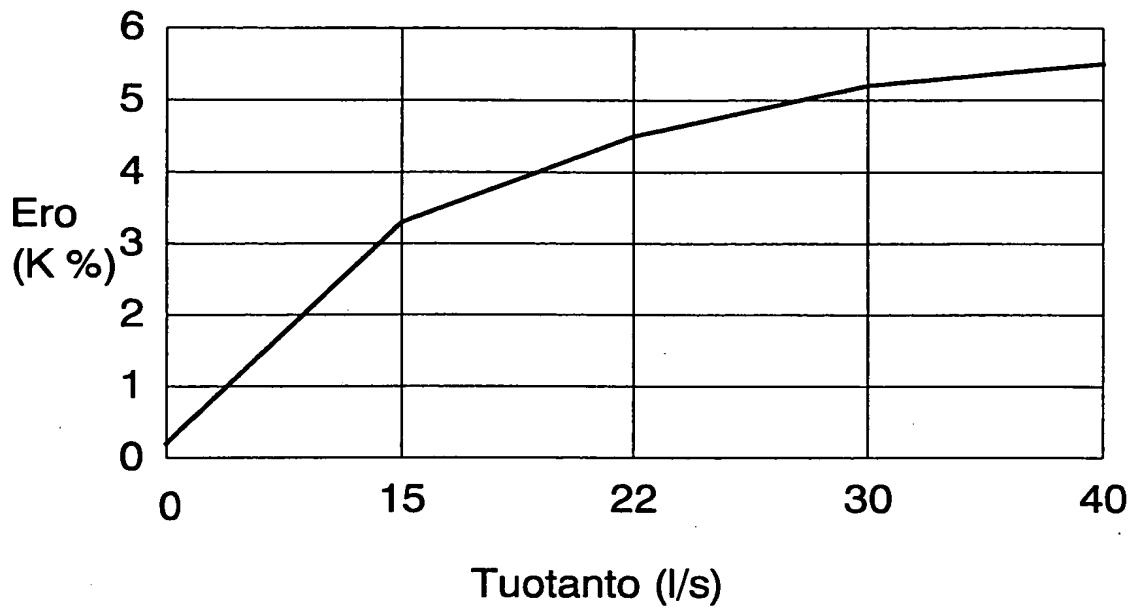




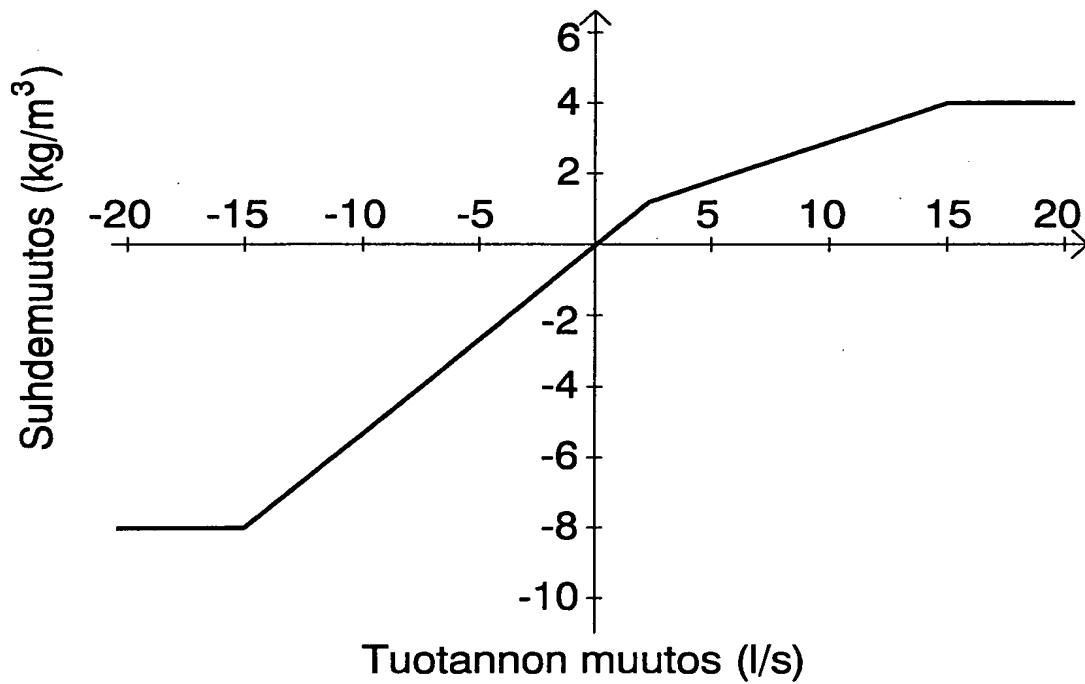




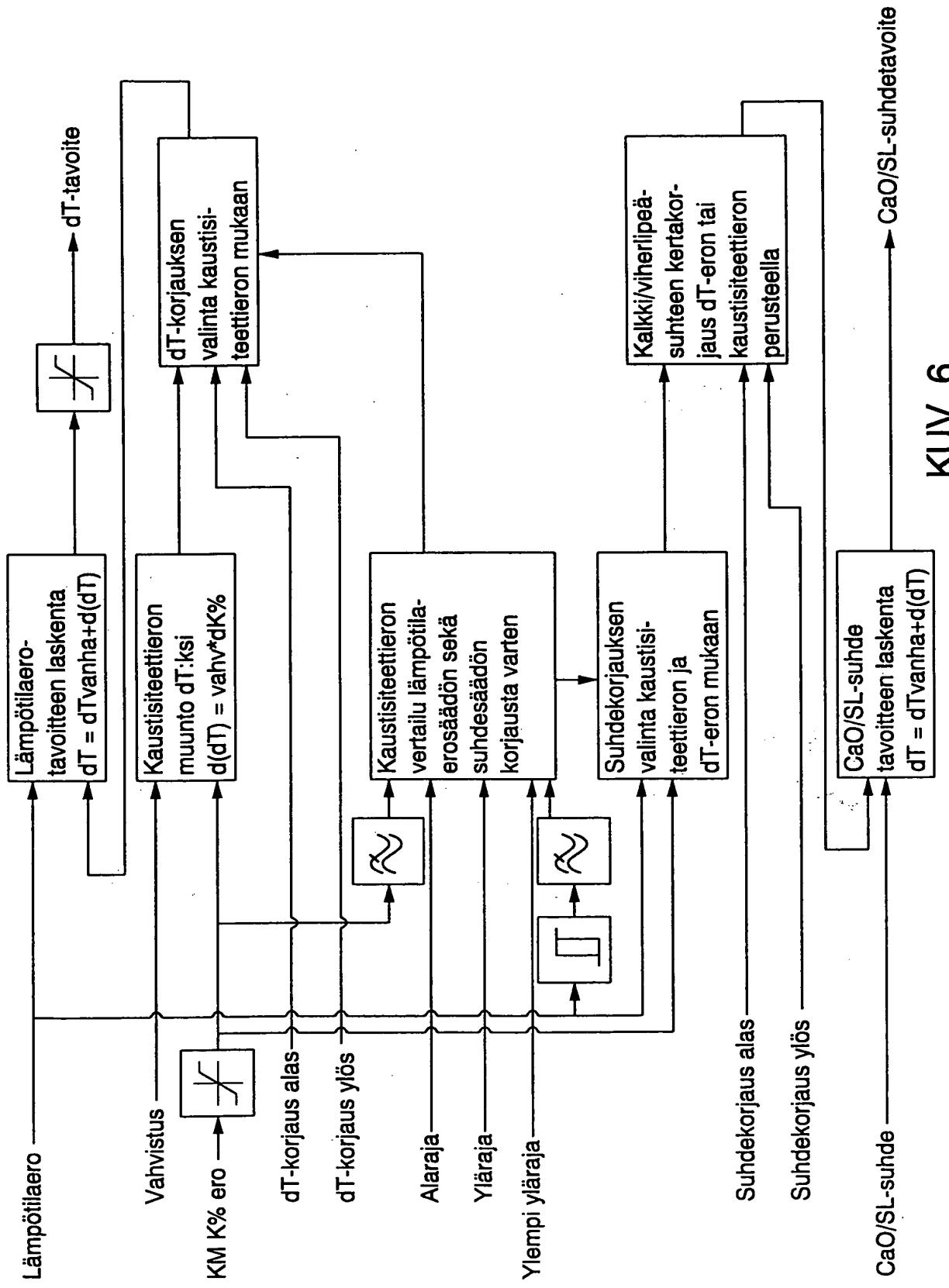
KUV. 4



KUV. 5



KUV. 7



KUV. 6